

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Eri Agsis Satrio Wibisono (2018), melakukan penelitian “Rancang Bangun Alat Elektrokardiograf (EKG) Sebagai Pemantau Aktifitas Kelistrikan Jantung Dengan Menggunakan Arduino Mega 2560 dan EKG Shield”. Beliau menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai pusat untuk proses data yang didapat dari sensor. Untuk proses filter sinyal aktifitas kelistrikan jantung menggunakan EKG shield OLIMEX untuk *sub-processing* data sinyal kelistrikan jantung dari elektroda dan menggunakan software FreeHC untuk menampilkan hasil gelombang EKG yang sudah diproses oleh Arduino dan tidak ada menggunakan fitur *internet of things* (IoT) sebagai database penyimpanan data. Menurut beliau, hasil perancangan alat EKG untuk memantau aktifitas kelistrikan jantung cukup baik.

Perbandingan alat yang sudah dirancang dengan alat yang sudah tersedia mempunyai error 35%. Secara keseluruhan alat sudah berfungsi dengan baik.

Andi Patombongi (2018), melakukan penelitian “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Detak Jantung Menggunakan Pulse Sensor Berbasis Ardunio”. Beliau menggunakan pulse sensor sebagai pendeteksi sinyal detak jantung, alat yang digunakan beliau belum dipadukan dengan internet dalam penyimpanan database.

Pandu Akbar Dwiputra dan Lilik Anifah (2017), melakukan penelitian “Rancang Bangun Sistem Elektrokardiograf Portabel Berbasis Arduino”. Alat yang di rancang berhasil menampilkan ciri sinyal jantung normal tetapi masih terdapat banyak noise dan diperlukan filter tambahan untuk menghilangkan *noise* dan koneksi yang digunakan penyimpanan data menggunakan koneksi Bluetooth HC-05. Filter yang digunakan pada penelitian menggunakan TL084D untuk proses filter sinyal listrik detak jantung.

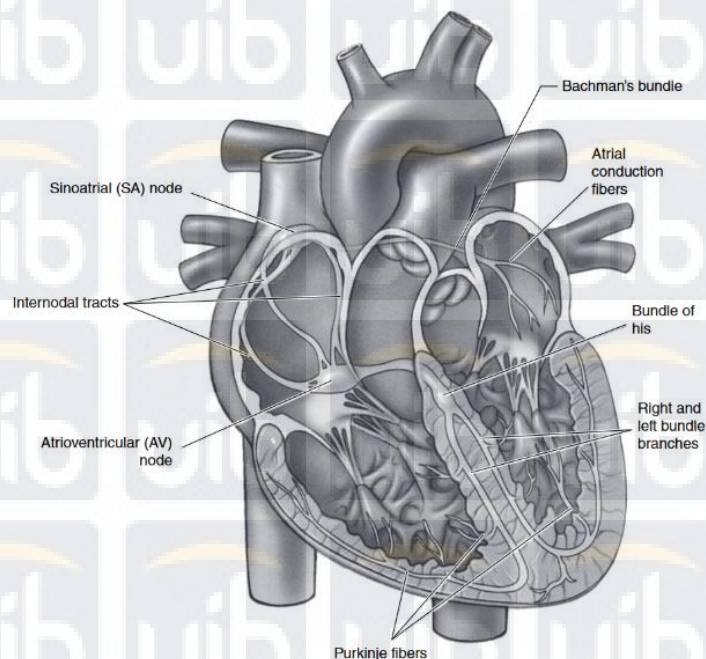
Pada penelitian ini, penulis melakukan penelitian dengan merancang sistem untuk proses data menggunakan Arduino dan proses filter sinyal aktifitas kelistrikan jantung menggunakan modul AD8232 sebagai *sub-processing* data sinyal kelistrikan jantung. Elektroda yang digunakan untuk mengambil sinyal kelistrikan jantung menggunakan 3 sadapan elektroda berdasarkan teori

Einthoven. Hasil dari gelombang EKG yang didapatkan akan di tampilkan menggunakan fitur *internet of things* (IoT) dan dilakukan interpretasi data sinyal EKG untuk menentukan detak jantung normal dan abnormal.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Jantung

Jantung adalah sebuah organ yang mempunyai rongga organ berotot yang berfungsi untuk melakukan pompa darah lewat pembuluh-pembuluh darah dengan berkontraksi berirama secara berulang.



Gambar 2.1 Struktur Jantung

(Sumber: Clutter, Patricia. n.a. *EKG for Nursing*. New York: MC Graw Hill)

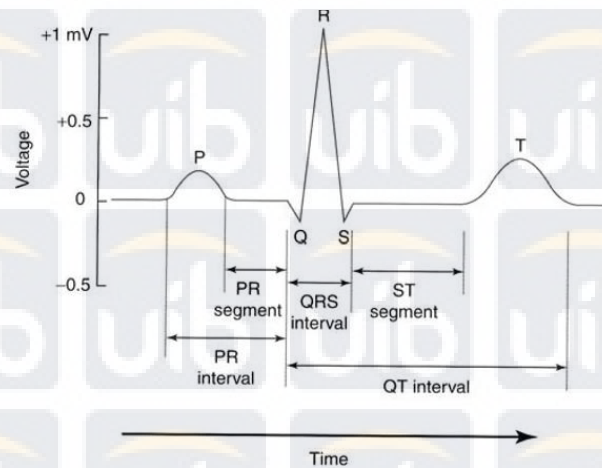
Jantung mempunyai sel otot jantung yang mempunyai fungsi untuk melakukan pompa darah ke seluruh bagian tubuh. Ketika jantung berkontraksi maka jantung akan berdenyut secara berirama yang disebabkan adanya potensi aksi yang ditimbulkan oleh aksi kegiatan dari jantung itu sendiri karena jantung mempunyai sebuah mekanisme yang bisa mengalirkan listrik yang ditimbulkan oleh jantung itu sendiri untuk melakukan kontraksi dan relaksasi untuk mengalirkan darah ke seluruh tubuh. Otot jantung menimbulkan arus listrik dan tersebar ke jaringan sekitar jantung dan aktifitas arus listrik mencapai hingga ke permukaan

tubuh sehingga bisa di deteksi dan di rekam menggunakan alat elektrokardiogram (EKG).

2.2.2 Elektrokardiogram (EKG)

Elektrokardiogram merupakan tes medis yang dilakukan untuk mendeteksi sinyal aktivitas listrik yang dihasilkan oleh jantung dengan output sinyal yang terdapat di monitor atau grafik di atas kertas. Pengukuran yang menggunakan EKG pada dasarnya mengukur sinyal listrik yang terdapat pada kulit tubuh dan sinyal listrik yang di rekam berasal dari tekanan darah yang di timbulkan oleh otot jantung yang berkontraksi. Perangkat yang digunakan untuk mencatat sinyal elektrokardiogram yang terekam adalah elektrokardiograf.

Proses terbentuknya gelombang EKG dapat di ilustrasikan sebagai berikut.



Gambar 2.2 Gelombang EKG

(Sumber: Clutter, Patricia. n.a. *EKG for Nursing*. New York: MC Graw Hill)

Pada gambar 2.3 berikut ini merupakan aktivitas listrik jantung sehingga menimbulkan gelombang EKG.

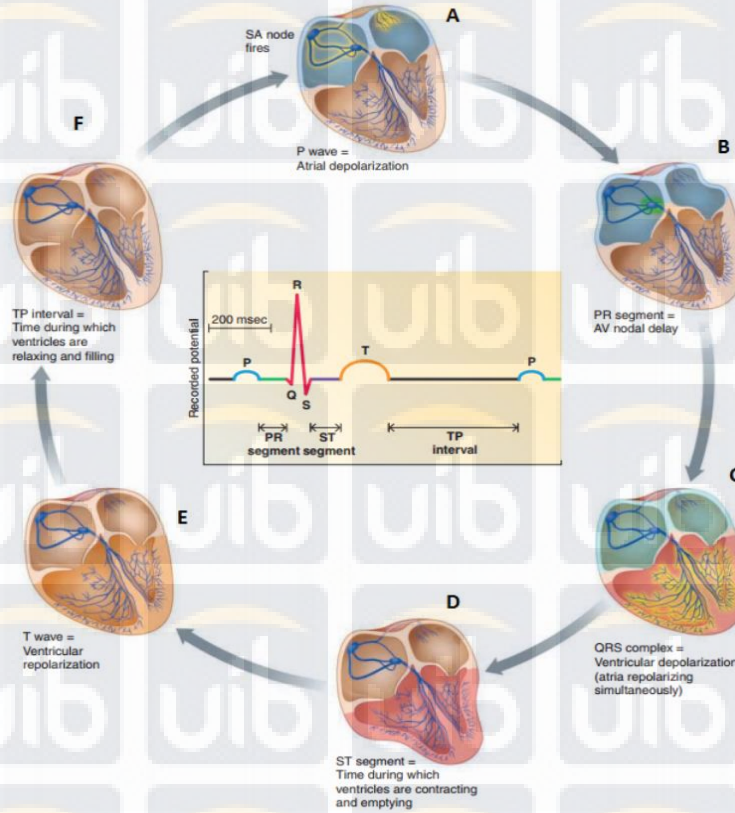
- a. Gelombang P
Terbentuk karena adanya kontraksi *atrial depolarization*.
- b. PR Segment
Terbentuk dari AV nodal delay.
- c. QRS complex
Terbentuk karena *ventricular depolarization (atria repolarizing silmultaneously)*
- d. ST segment
Interval waktu ketika ventrikel berkontraksi.

e. Gelombang T

Gelombang yang terbentuk ketika *ventricular repolarization*.

f. Interval TP

Interval waktu ketika ventrikel melakukan relaksasi.



Gambar 2.3 Siklus Listrik Jantung

(Sumber: Sherwood, L. 2008. *Human physiology*. n.a: 7th edition)

Parameter elektrokardiogram (EKG) adalah sebagai berikut.

Tabel 2.1 Parameter Gelombang EKG

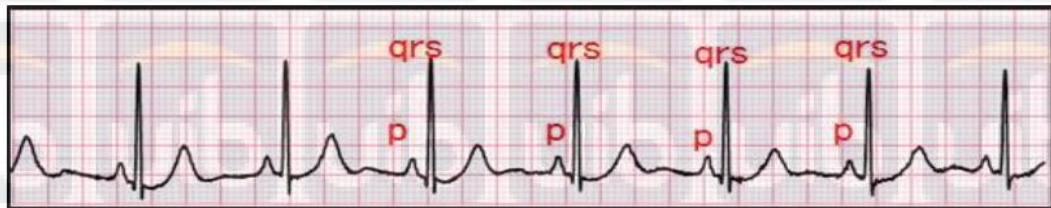
(Sumber: Clutter, Patricia. n.a. *EKG for Nursing*. New York: MC Graw Hill)

Gelombang EKG	Amplitudo	EKG Interval	Durasi
P	< 0,3 mV	P - R	0,12 - 0,20 dtk
R	1,6 - 3 mV	Q - T	0,35 - 0,44 dtk
Q	25% dari R	S - T	0,05 - 0,15 dtk
T	0,1 - 0,5 mV	Q - R - S	0,06 - 0,10 dtk

Berikut ini adalah contoh bentuk EKG normal dan abnormal. Prinsip dalam menentukan EKG normal dan abnormal adalah 5 komponen dasar yang harus dimiliki oleh sebuah gambar EKG yaitu gelombang P, Segmen PR, gelombang kompleks QRS, gelombang ST, dan gelombang T.

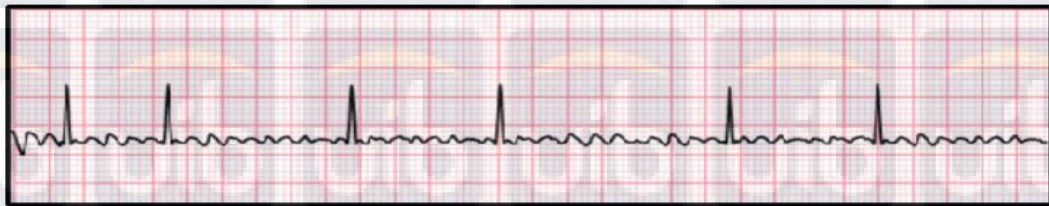
a. Gelombang EKG normal

Pada EKG dibawah ini dapat ditemukan gelombang P yang di ikuti dengan kompleks QRS.



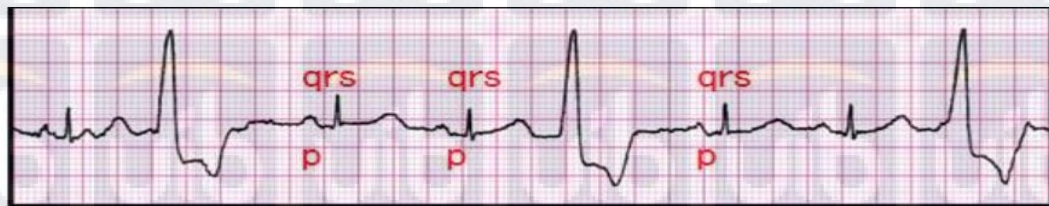
b. Gelombang EKG abnormal

Pada EKG dibawah ini, tidak ditemukan kelima komponen dasar. Gelombang P tidak terlihat jelas untuk EKG ini.



c. Gelombang EKG normal

Bentuk EKG ini dapat ditemukan kelima komponen dasar yaitu pola gelombang P di ikuti gelombang kompleks QRS.



d. Gelombang EKG abnormal

Bentuk EKG yang abnormal. Tidak ditemukan pola gelombang P.



Untuk memperoleh rekaman EKG perlu di pasang elektroda-elektroda pada kulit di tempat tertentu. Pada penelitian ini menggunakan sadapan bipolar yang terdiri dari 3 Lead yaitu sebagai berikut.

1. Lead I

Pada Lead I melakukan rekam data beda potensial antara tangan kanan (RA) dengan tangan kiri (LA) dan tangan kanan (RA) bermuatan negative (-) serta tangan kiri (LA) bermuatan positif (+).

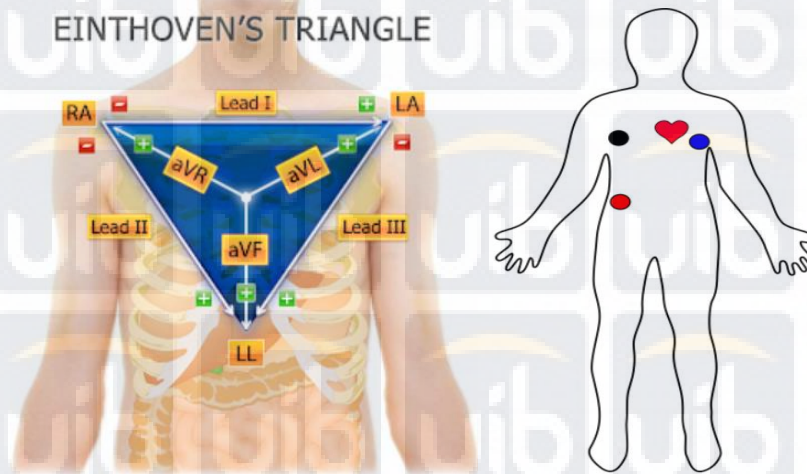
2. Lead II

Pada Lead II melakukan rekam beda potensial tangan kanan (RA) dengan kaki kiri (LF) dan tangan kanan (RA) bermuatan negative (-) serta kaki kiri (LF) bermuatan positif (+).

3. Lead III

Pada Lead III melakukan rekam beda potensial tangan kiri (LA) dan kaki kiri (LF) dan dimana tangan kiri (LA) bermuatan positif (+) serta kaki kiri bermuatan negative (-).

Ketiga sadapan dapat digambarkan seperti gambar berikut ini.



Gambar 2.4 Sadapan Bipolar 3 Lead

(Sumber: Clutter, Patricia. n.a. *EKG for Nursing*. New York: MC Graw Hill)

2.2.3 Perhitungan BPM (*Beat Per Minute*) EKG

Detak jantung mempunyai karakteristik tersendiri berdasarkan jumlah detak jantung per menit (BPM) seperti berikut.

a. Normal BPM

Jumlah detak jantung dalam satuan menit dengan kondisi normal adalah 60 – 100 BPM.

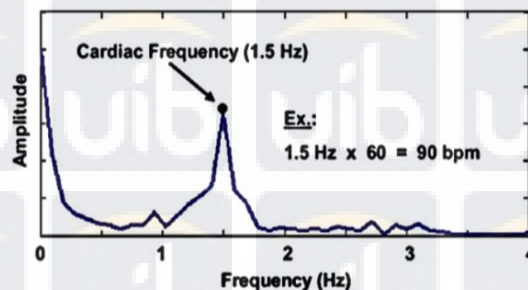
b. Kondisi Tachycardia

Kondisi Tachycardia adalah kondisi jumlah detak jantung di atas 60 BPM dan dibawah 200 BPM.

c. Kondisi Barycardia

Kondisi Barycardia adalah kondisi jumlah detak jantung dibawah 60 BPM.

Nilai BPM dapat dihitung berdasarkan frekuensi EKG pada posisi gelombang R. Lonjakan tinggi amplitudo pada gelombang EKG berada pada frekuensi detak jantung, seperti yang digambarkan dalam gambar 2.5 berikut ini.



Gambar 2.5 Signal *Cardiac Frequency*

(Sumber: S, William. 2006)

Untuk perhitungan BPM dengan metode yang lain dapat dilakukan dengan menentukan interval gelombang puncak R-R terlebih dahulu dan menggunakan frekuensi cuplikan (f_s), yang dapat dimasukkan ke dalam persamaan berikut ini.

$$BPM = \frac{f_s}{interval\ R-R} \times 60 \quad (1)$$

2.2.4 Elektroda EKG

Sensor yang digunakan untuk mendeteksi heart rate variability atau aktivitas jantung menggunakan elektroda Ag/AgCl. Elektroda adalah suatu sensor yang berfungsi untuk mengkonversi sinyal biologi yang menjadi sinyal elektrik yang dapat di ukur. Elektroda ini akan ditempelkan pada permukaan kulit pada lokasi yang sudah ditentukan yang disebut sadapan atau Lead. Elektroda yang digunakan adalah elektroda dengan bahan dari perak klorida (AgCl).

Untuk menghindari ketidaktepatan dalam pengukuran karena pergerakan tubuh yang menyebabkan kontak elektroda dengan kulit bergoyang maka permukaan elektroda dilapisi dengan spons. Untuk meningkatkan sensitifitas, pada spons diberikan jelly elektroda. Selain bertujuan untuk menghindari noise akibat pergerakan tubuh, spons juga berfungsi untuk menghindari alergi akibat adanya kontak langsung elektroda pada permukaan kulit.



Gambar 2.6 Elektroda EKG
(Sumber: Data Primer 2020)

2.2.5 Modul AD8232

Modul AD8232 merupakan sensor monitor denyut jantung yang digunakan untuk mengukur aktivitas listrik jantung. Aktivitas listrik ini dapat dipetakan sebagai EKG dan output sebagai pembacaan analog. Sinyal EKG bisa terdapat banyak noise sehingga dalam PCB ini terdapat chip AD8232 yang akan dapat mengambil sinyal yang jelas dari PR dan QT interval.



Specification

- Input Voltage: 3.3 - 6V (5V recommended)
- Output Voltage: 0 - 3.3V
- Operating current: <10mA
- Dimension: 35 x 22(mm), 1.378" x 0.866"(in)
- Interface Type: PH2.0-3P

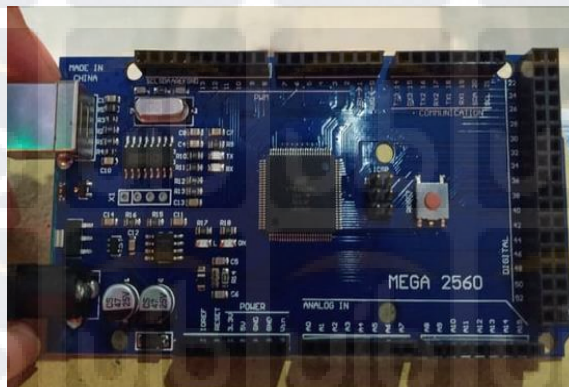
Gambar 2.7 Modul AD8232
(Sumber: Data Primer 2020)

2.2.6 Arduino Mikrokontroler

Arduino adalah sebuah chip yang sudah berfungsi sebagai alat kontrol rangkaian elektronik dan dapat menyimpan program pada chip mikrokontroler. Pada mikrokontroler Arduino mempunyai CPU (*Central Processing Unit*),

memori, I/O yang terdapat pada chipnya, dan mempunyai unit pendukung seperti ADC (*Analog Digital Converter*) yang sudah terdapat di dalam chip. Berikut ini adalah spesifikasi Arduino Mega 2560.

a. Microcontroller	ATmega2560
b. Operating Voltage	5V
c. Input Voltage (recommended)	7-12V
d. Input Voltage (limits)	6-20V
e. Digital I/O Pins	54 (of which 15 provide PWM output)
f. Analog Input Pins	16
g. DC Current per I/O Pin	40 mA
h. DC Current for 3.3V Pin	50 mA
i. Flash Memory	256 KB of which 8 KB used bootloader
j. SRAM	8 KB
k. EEPROM	4 KB
l. Clock Speed	16 MHz



Gambar 2.8 Arduino Mega 2560

(Sumber: Data Primer 2020)

2.2.7 *Thin Film Transistor* (TFT)

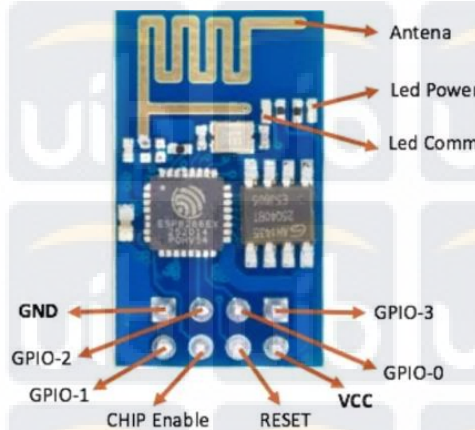
TFT adalah layar LCD (*Liquid Crystal Display*) yang datar dan tersusun antara satu sampai empat transistor untuk mengontrol pixel-pixel layar. Layar TFT dapat menampilkan gambar yang kaya warna sehingga bisa mempermudah dalam penelitian sebagai display unit pada proyek mikrokontroler. Layar TFT biasanya dikemas dalam bentuk *shield* yang *compatible* dengan Arduino.



Gambar 2.9 TFT Layar
(Sumber: Data Primer 2020)

2.2.8 ESP8266

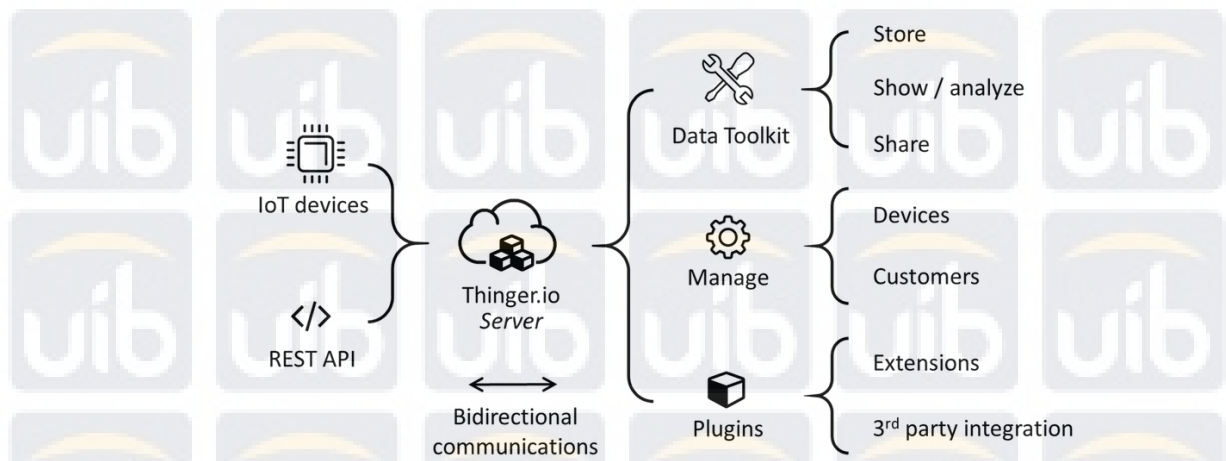
ESP8266 adalah wireless modul *wifi* yang digunakan untuk menghubungkan perangkat mikrokontroler ke jaringan internet. Modul ini berukuran sangat kecil dan menggunakan tegangan 3.3 V untuk beroperasi. Untuk melakukan komunikasi dengan modul ESP8266 menggunakan serial port dengan memberikan perintah berupa AT command. Berikut adalah spesifikasi dan bentuk dari ESP8266.



Gambar 2.10 ESP8266
(Sumber: Data Primer 2020)

2.2.9 Thinger.IO

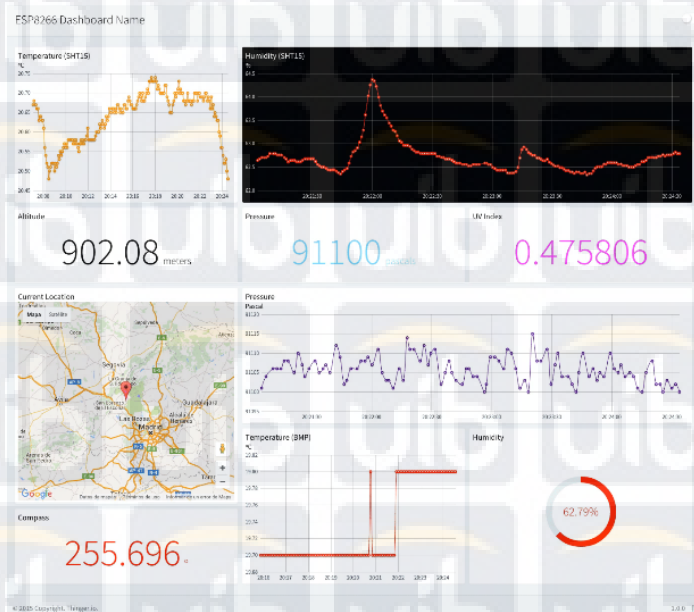
Thinger.io merupakan *cloud platform gratis internet of things* (IoT) yang di sediakan untuk berbagai prototipe sistem yang terkoneksi untuk dilakukan pengontrolan setiap data. Berikut ini adalah feature yang tersedia di thinger.io.



Gambar 2.11 Feature thinger.io

(Sumber: <https://docs.thinger.io/>, diakses 12 Maret 2020)

Tampilan-tampilan yang tersedia pada thinger.io dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 2.12 Tampilan thinger.io

(Sumber: <https://docs.thinger.io/>, diakses 12 Maret 2020)